

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-55658

(43)公開日 平成5年(1993)3月5日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 L 41/09

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9274-4M

H 0 1 L 41/ 08

S

審査請求 未請求 請求項の数3(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平3-235744

(22)出願日 平成3年(1991)8月23日

(71)出願人 000134257

株式会社トーキン

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

(72)発明者 大野 留治

宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号

株式会社トーキン内

(72)発明者 吉田 哲男

宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号

株式会社トーキン内

(72)発明者 布田 良明

宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号

株式会社トーキン内

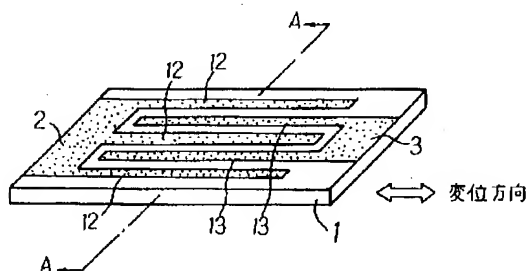
(74)代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54)【発明の名称】 積層型圧電アクチュエータおよびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 製造が容易であって接着剤を用いなくて変位方向の長さを長くすることができ、ガラス層による絶縁を不要にし、かつ、伸縮変位の抑制の度合いが少ない積層型圧電アクチュエータおよびその製造方法を提供することにある。

【構成】 圧電セラミックスシート1と電極層11とが交互に積層された角柱状の積層型圧電アクチュエータにおいて、前記各電極層11は、前記圧電セラミックスシート1の長さ方向と平行な複数個の帯状電極12、13からなり、これらの帯状電極12、13は、相互に隣り合う帯状電極12、13のそれぞれ異なる端部が前記圧電セラミックスシート1の端面または端面付近まで位置するように形成し、かつ、これらの帯状電極12、13を前記圧電セラミックスシート1の端面または端面近傍において外部共通電極4a、4bに接続してなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電セラミックスシートと電極層とが交互に積層された角柱状の積層型圧電アクチュエータにおいて、前記各電極層は、前記圧電セラミックスシートの長さ方向と平行な複数個の帯状電極からなり、これらの帯状電極は、相互に隣り合う帯状電極のそれぞれ異なる側の端部が前記圧電セラミックスシートの端面または端面付近まで位置するように形成し、かつ、これらの帯状電極を前記圧電セラミックスシートの端面または端面近傍において外部共通電極に接続してなることを特徴とする積層型圧電アクチュエータ。

【請求項2】 圧電セラミックスグリーンシートに金属ペーストを塗布することにより前記圧電セラミックスグリーンシートの長さ方向と平行な複数個の帯状電極を相互に隣り合う帯状電極のそれぞれ異なる側の端部が前記圧電セラミックスグリーンシートの端面または端面近傍まで位置するように形成して電極層を作り、次にこれらの圧電セラミックスグリーンシートと電極層とを交互に積層して積層体を作った後に、この積層体を焼結したことを特徴とする積層型圧電アクチュエータの製造方法。

【請求項3】 圧電セラミックスグリーンシートに金属ペーストを塗布することにより前記圧電セラミックスグリーンシートの長さ方向と平行な複数個の帯状電極を相互に隣り合う帯状電極のそれぞれ異なる側の端部が前記圧電セラミックスグリーンシートの端面または端面近傍まで位置するように形成して電極層を作り、次にこれらの圧電セラミックスグリーンシートと電極層とを交互に積層して積層体を作り、次にこの積層体の両端面部に前記帯状電極と接続するように金属ペーストを塗布することにより外部共通電極を作った後に、前記積層体および外部共通電極を焼結したことを特徴とする積層型圧電アクチュエータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、逆圧電効果を利用し、電気的入力エネルギーを変位や力などの機械エネルギーに変換する積層型圧電アクチュエータおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図5は、従来の積層型圧電アクチュエータの構造概略図である。図5において、従来の圧電アクチュエータは、圧電特性を有するセラミックス部21と、銀パラジウムからなる内部電極層22を交互に積層した部分と、上下両端部の圧電特性を有しないセラミックス部26a、26bとからなっている。圧電的に活性なセラミックス部の間に形成された内部電極層22は、一層おきに正電極と負電極とからなる対向電極を構成して交互に積層されており、正電極と負電極の電極端対向する側面に露出し、正電極と負電極の電極端の一方は、それぞれ異なる側面でそれぞれガラスから成る電気絶縁

部23によって電気絶縁処理されている。前記側面に露出している正、負それぞれの内部電極は一層おきにガラスフリットを含む銀薄膜からなる外部電極24a、24bに接続され、さらに前記外部電極に外部リード線25a、25bを接続している。このような構成において外部リード線25a、25bに所望の電圧を印加すると、積層された複数枚の圧電的に活性なセラミックス部21それぞれにこの印加電圧が印加され、それぞれの圧電セラミックスには逆圧電効果により厚さ方向の伸縮歪が発生し、これらが全て加算されて、圧電アクチュエータの積層方向に伸縮変位を得ることが出来る。この積層型圧電アクチュエータの側面は、前記ガラス絶縁された部分を除き、外部電極形成面を含め、対向内部電極22の端部が露出した構造となっており、前記積層型圧電アクチュエータの電気的絶縁を確保するために、積層型圧電アクチュエータの側面には、図6に示すように厚さが約0.5mmの樹脂コーティング31が施されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】図5および図6に示した従来の積層型圧電アクチュエータにおいては、一層当りの圧電セラミックス層の厚さを0.1mm程度に薄くすることが可能であるため、低い駆動電圧で大きな変位を得ることができるという特長を有している反面、変位方向の長さを大きくするために積層枚数を多くすると焼結時に表面部と内部の特性変化を生ずることから、トータル積層厚さが約20mmをこすと、割れが発生するので、それ以上の長さの積層型アクチュエータが必要な場合は、これらを接着する必要がある。また、前述したように隣合う電極層を異なる極性の電極とするために、対向する側面に露出した電極を一層おきにガラス層により覆って絶縁し、その後に外部電極24を形成しており、製造工程が複雑で作業時間が長くなるという問題がある。さらに、従来の積層型圧電アクチュエータにおいては、電気的絶縁性を確保するために形成している樹脂コーティング層については、あまり厚くコーティングすると積層型圧電アクチュエータの伸縮変位を抑えるように作用するため、前述したように0.5mm程度の厚さに限定されており、絶縁特性が不十分であるという問題がある。また、一般の有機系材料からなる樹脂では水の分子を完全に遮断することはほとんど不可能であり、従来の積層型圧電アクチュエータにおいては、露出する電極面積が広いことなどのため、湿度の高い状態で高い絶縁性を確保するのが難しいという問題がある。本発明の課題は、製造が容易であって接着剤を用いないで変位方向の長さを長くすることができ、ガラス層による絶縁を不要にし、かつ、伸縮変位の抑制の度合いが少ない積層型圧電アクチュエータおよびその製造方法を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、圧電セ

ラミックスシートと電極層とが交互に積層された角柱状の積層型圧電アクチュエータにおいて、前記各電極層は、前記圧電セラミックスシートの長さ方向と平行な複数個の帯状電極からなり、これらの帯状電極は、相互に隣り合う帯状電極のそれぞれ異なる端部が前記圧電セラミックスシートの端面または端面付近まで位置するように形成し、かつ、これらの帯状電極を前記圧電セラミックスシートの端面または端面近傍において外部共通電極に接続してなることを特徴とする積層型圧電アクチュエータが得られる。

【0005】また、本発明によれば、圧電セラミックスグリーンシートに金属ペーストを塗布することにより前記圧電セラミックスグリーンシートの長さ方向と平行な複数個の帯状電極を相互に隣り合う帯状電極のそれぞれ異なる側の端部が前記圧電セラミックスグリーンシートの端面または端面近傍まで位置するように形成して電極層を作り、次にこれらの圧電セラミックスグリーンシートと電極層とを交互に積層して積層体を作った後に、この積層体を焼結したことを特徴とする積層型圧電アクチュエータの製造方法が得られる。

【0006】また、本発明によれば、圧電セラミックスグリーンシートに金属ペーストを塗布することにより前記圧電セラミックスグリーンシートの長さ方向と平行な複数個の帯状電極を相互に隣り合う帯状電極のそれぞれ異なる側の端部が前記圧電セラミックスグリーンシートの端面または端面近傍まで位置するように形成して電極層を作り、次にこれらの圧電セラミックスグリーンシートと電極層とを交互に積層して積層体を作り、次にこの積層体の両端面部に前記帯状電極と接続するように金属ペーストを塗布することにより外部共通電極を作った後に、前記積層体および外部共通電極を焼結したことを特徴とする積層型圧電アクチュエータの製造方法が得られる。

【0007】

【実施例】図1および図2は本発明の積層型圧電アクチュエータの動作原理の説明図である。図1において、四角板状の圧電セラミックスシート1の一方の面には、電極層11が形成されている。この電極層11は、圧電セラミックスシート1の長さ方向と平行な方向に複数個の帯状電極12、13が形成され、それぞれ隣合う帯状電極12、13がそれぞれ異なる側の端部が圧電セラミックスシート1の端面付近まで位置するように形成されている。前記帯状電極12、13は、共通電極2および3に接続されている。

【0008】図2は図1におけるA-A線に沿う断面図である。破線は共通電極2をプラス極、共通電極3をマイナス極として分極処理を施した場合の分極の向きを示している。図2はそれぞれの共通電極2、3に分極時と同じ極性の電圧を印加した場合の電界の向きおよびその時発生する歪の状態を示している。この場合は、分極の

向きと印加電界の向きが等しいため、分極の向きに沿って伸び歪が発生し、図2の場合とは逆に分極時と逆極性の電圧を印加した場合は、分極の向きと印加電界の向きが逆であるため、分極の向きに沿って縮み歪が発生する。帯状電極のピッチが圧電セラミックスシート1の厚さに比べて十分大きく、帯状電極の幅がピッチに比べて小さい場合は、圧電セラミックスシート1は圧電縦効果による長さ方向の伸縮変位が大きくなり、長さ方向の変位を利用する圧電アクチュエータとすることができる。

10 以上は本発明の積層型圧電アクチュエータの動作原理を一枚の圧電セラミックスシート1により説明したが、本発明ではこのような圧電セラミックスシート1および電極層11が複数枚交互に積層されて構成され、それぞれが同じように動作すると考えれば良い。前記圧電セラミックスシート1および電極層11を複数枚積層した場合、印加電圧が同じ場合の変位量は1枚の場合と同じであるが、発生力はほぼ積層数に比例する。

【0009】図3および図4は本発明の積層型圧電アクチュエータの実施例の構造の概略図であり、図3は電極層11を有する圧電セラミックスシート1の一枚分の構造を示し、さらに、図4は図3に示した電極層11を有する圧電セラミックスシート1を複数枚重ねて構成した本発明の積層型圧電アクチュエータを示している。図3において、電極層11における複数個の帯状電極12、13は隣合う帯状電極12、13がそれぞれ異なる側の端部が圧電セラミックスシート1の端面まで位置するように形成されている。図3に示した圧電セラミックスシート1を帯状電極11、12の位置を合わせて複数枚積層して構成した図4に示す積層型圧電アクチュエータにおいては、各圧電セラミックスシート1の一方の側面に帯状電極12の端部が引き出されることになり、各圧電セラミックスシート1の他方の側面に帯状電極13の端部が引き出される。そして、圧電セラミックスシート1の一方の端部にそれぞれ中間電極14、15を形成し、この中間電極14、15に直流高電圧を外部共通電極4a、4bおよび外部リード線5a、5bを介して印加して分極処理を施すことにより、積層型圧電アクチュエータとすることができる。図3に示すように、前記共通電極2、3に中間電極14、15を接続し、かつ、これらを外部共通電極4a、4bに接続するようにすれば、積層型圧電アクチュエータの一方の端部に外部共通電極4a、4bを設けることができる利点がある。

【0010】図3に示したような電極層11を圧電セラミックスシート1に形成する方法としては、焼結後の圧電セラミックスシート1にスクリーン印刷により金属ペーストを印刷した後に焼き付ける方法や、メッキや蒸着等により圧電セラミックスシート1の表面の全面に電極を形成した後に、フォトエッチングによりパターンを形成する方法がある。図4に示したように圧電セラミックスシート1および電極層11を積層する方法として、接

5

着剤を用いて接着して積層する方法もあるが、本発明では、焼結前の圧電セラミックスグリーンシートの一方向の面に、金属ペースト（例えば銀パラジウムペースト）を印刷して前記電極層11を形成し、この圧電セラミックスグリーンシートと電極層11とを交互に積層して積層体を作った後に、この積層体を焼結する。この焼結後の積層体の両端面部に前記帯状電極11、12と接続するように金属ペーストを塗布することにより外部共通電極を作った後に、再び前記積層体および外部共通電極を焼結する。なお、前記積層体を焼結する前に、前記積層体の両端面部に前記帯状電極11、12と接続するように金属ペーストを塗布することにより外部共通電極を作った後に、前記積層体および外部共通電極を焼結してもよい。

【0011】

【発明の効果】本発明によれば、製造が容易であって、変位方向が積層方向と直角な面内の方向の積層型圧電アクチュエータが得られるため、積層厚さが20mm程度に制限されても、接着剤を使用しなくても変位方向の長さを長くすることが可能である。また、本発明によれば、電極層が露出する側面で、露出する電極層の極性を同一極性としているため、先ず、従来の積層型圧電アクチュエータで行っていたガラス層による絶縁が不要になり、次に、同一側面内での絶縁不良の可能性がなく、樹脂コ

6

ーティングの厚さを薄くして伸縮変位の抑制の少ない積層型圧電アクチュエータを得ることができる。さらに、本発明によれば、圧電セラミックスの焼結と電極の形成を同時に行うことが可能で、接着剤を使用しないで、一体焼結された変位方向の長さが長い積層型圧電アクチュエータを得ることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例の要部を示す斜視図である。

【図2】図1の実施例の要部をA-A線で切断して示す断面図である。

【図3】本発明の他の実施例の要部を示す斜視図である。

【図4】本発明の他の実施例を示す斜視図である。

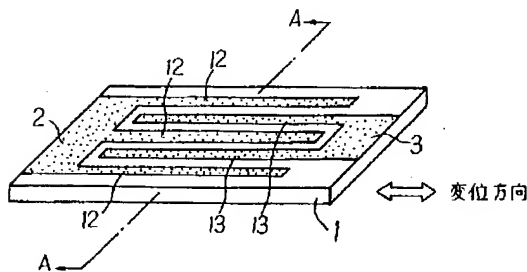
【図5】従来の積層型圧電アクチュエータの要部を示す斜視図である。

【図6】従来の積層型圧電アクチュエータを示す斜視図である。

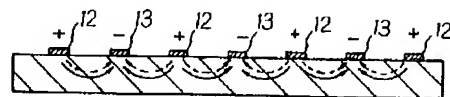
【符号の説明】

- 1 圧電セラミックスシート
- 11 電極層
- 12, 13 帯状電極
- 2, 3 共通電極
- 4a, 4b 外部共通電極

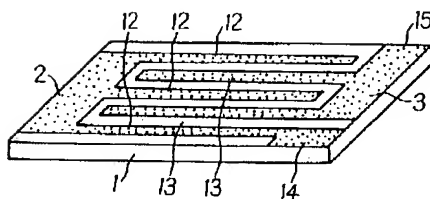
【図1】



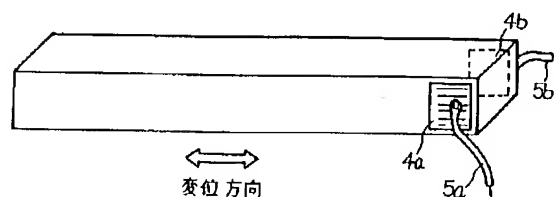
【図2】



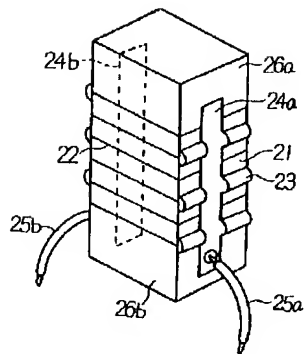
【図3】



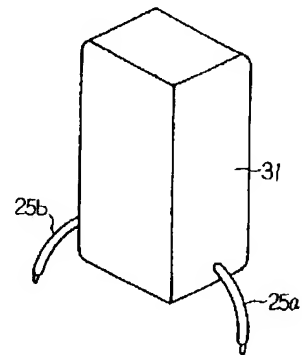
【図4】



【図5】



【図6】



PAT-NO: JP405055658A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05055658 A

TITLE: MULTILAYERED PIEZOELECTRIC ACTUATOR
AND ITS MANUFACTURE

PUBL-DATE: March 5, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ONO, TOMEJI

YOSHIDA, TETSUO

FUDA, YOSHIKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOKIN CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP03235744

APPL-DATE: August 23, 1991

INT-CL (IPC): H01L041/09

US-CL-CURRENT: 257/415

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain multilayered piezoelectric actuator and its manufacturing method wherein manufacture is easy, the length in the displacement direction can be increased without using adhesive agent, insulation using a glass layer is unnecessitated, and the degree of restriction of expansion and contraction is small.

CONSTITUTION: In a prism type multilayered actuator wherein piezoelectric

ceramics sheets 1 and electrode layers are alternately laminated, each of the electrode layers is composed of a plurality of belt type electrodes 12, 13 which are in parallel with the length direction of the piezo electric ceramics sheet 1. These belt-type electrodes 12, 13 are so formed that the respective different end portions of the mutually adjacent belt type electrodes 12, 13 are positioned as far as the end surfaces of the piezoelectric ceramics sheets 1 or the vicinities of the end surfaces, and connected with external common electrodes on the end surfaces of the piezoelectric ceramics sheet 1 or in the vicinities of the end surfaces.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio